

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-292238

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

D02J 1/18
B29B 11/16
D01F 9/12

(21)Application number : 09-092101

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 10.04.1997

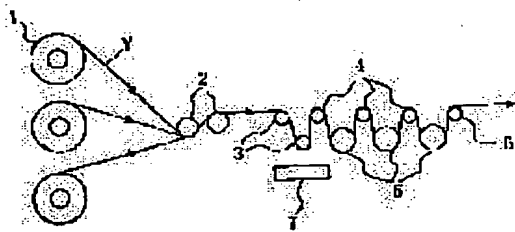
(72)Inventor : AKASE DAISAKU
HANANO TORU
MATSUMAE HIDEYO

(54) DEVICE FOR OPENING CARBON FIBER BUNDLE AND ITS OPENING AND PRODUCTION OF PREPREG

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device for opening carbon fiber bundles, capable of simply opening the carbon fiber bundles at a high speed without generating fuzzes, to provide a method for opening the carbon fiber bundles, and to provide a method for continuously and stably producing a prepreg from the opened carbon fiber bundles.

SOLUTION: In this device, ten or more mutually paralleled carbon fiber bundles are bent at prescribed angles on plural roller groups and simultaneously passed through the roller groups to open the bundles. Therein, two to ten pairs each comprising a vibrated free rotation roll 4 vibrated in the axial direction of the roll and a non-vibrated free rotation roll 5 are arranged, and the diameters of the vibrated free rotation roller 4 and the non-vibrated free rotation roller 5 are set to 20-50 mm and 50-120 mm, respectively. Distances not contacting with the rolls between the rolls are further set to 10-100 mm, respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-292238

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

D 0 2 J 1/18

D 0 2 J 1/18

D

B 2 9 B 11/16

B 2 9 B 11/16

D 0 1 F 9/12

D 0 1 F 9/12

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-92101

(22) 出願日

平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 赤瀬 大策

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東
レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 花野 徹

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東
レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 松前 秀誉

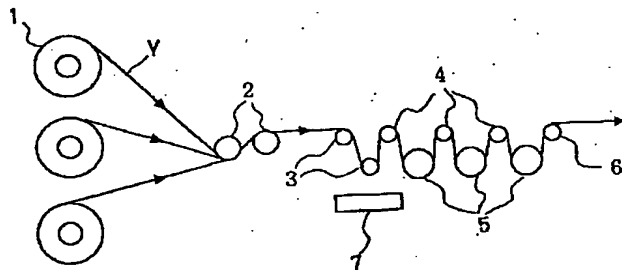
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
式会社滋賀事業場内

(54) 【発明の名称】 炭素繊維束の開繊装置および開繊方法およびプリプレグの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡便でしかも高速に炭素繊維束の開繊を毛羽立ちなく行うことができる炭素繊維束の開繊装置および開繊方法、および、連続的に、開繊した炭素繊維束を用いてプリプレグを安定して製造するプリプレグの製造方法を提供する。

【解決手段】 10本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を、複数のローラ群上を所定角度に屈曲させながら通過させて開繊する装置において、ローラの軸方向に振動する振動フリー回転ロールと無振動フリー回転ロールとを1組とするロール組を、2~10組配列させてなるとともに、前記した振動フリー回転ロール径を20~50mmとし、無振動フリー回転ロール径を50~120mmとし、かつ該それぞれのロール間の、炭素繊維束がロールに接触していない距離を、10~100mmになるように設定したことを特徴とする炭素繊維束の開繊装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 10 本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を、複数のローラ群上を所定角度に屈曲させながら通過させて開織する装置において、ロールの軸方向に振動する振動フリー回転ロールと無振動フリー回転ロールとを 1 組とするロール組を、2 ～ 10 組配列させてなるとともに、前記した振動フリー回転ロール径を 20 ～ 50 mm とし、無振動フリー回転ロール径を 50 ～ 120 mm とし、かつ該それぞれのロール間の、炭素繊維束がロールに接触していない距離を、10 ～ 100 mm になるように設定したことを特徴とする炭素繊維束の開織装置。

【請求項 2】 前記振動フリー回転ロールの上流側に加熱手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 3】 前記振動フリー回転ロールの上流側および／または下流側に表面に突起を有するフリー回転ロールを設置したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 4】 前記表面に突起を有するフリー回転ロールの突起高さ (t) を、ロール半径 (r) に対して、 $r(1/\cos(\theta/2) - 1)$ を越える高さとし、隣接する突起間とローラ軸とのなす角度 (θ) を 10 ～ 50 ° になるように設定したことを特徴とする請求項 3 に記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 5】 前記振動フリー回転ロールの振幅、振動数をそれぞれ独立に変化させ、炭素繊維束の開織幅を調整できる機構を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 6】 前記下流側に配置された振動フリー回転ロールの振動方向と、上流側に配置された振動フリー回転ロールの振動方向とが逆向きになるように振動させる装置を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 7】 少なくとも前記振動フリー回転ロールおよび無振動フリー回転ロールの表面粗さが 3 S ～ 20 S の梨地表面であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 8】 プリブレグ用であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の炭素繊維束の開織装置。

【請求項 9】 10 本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を開織する方法において、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の炭素繊維束の開織装置を使用し、振動フリー回転ロールの振幅 1 ～ 30 mm、振動数 200 ～ 1800 回/分で振動させながら、炭素繊維束を 5 ～ 30 m/分の速度で開織させることを特徴とする炭素繊維束の開織方法。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の炭素繊維束開織方法において、炭素繊維束を予め 50 °C ～ 180 °C に加温させて開織させることを特徴とする炭素繊維束の開織方法。

【請求項 11】 請求項 9 または 10 に記載の炭素繊維束開織方法を用いて、プリブレグを製造することを特徴とするプリブレグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は炭素繊維束を連続的に開織しながら、一方向引揃え炭素繊維シート、さらには樹脂含浸を施したプリブレグシートを連続製造する炭素繊維束の開織装置、炭素繊維束の開織方法、およびプリブレグの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、炭素繊維エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂等を始めとする熱硬化性樹脂を含浸せしめたプリブレグは、釣竿、ゴルフシャフト、バトミントンシャフト等のスポーツ、レジャー用機材として広く利用されている。更に航空機材料、自動車用素材、医療用素材において、上述したプリブレグを用いた成型材料が多く使用されている。

【0003】 このようなプリブレグの使用、用途の多様化と、特に釣竿、ゴルフシャフトで近年の軽量化の需要に伴い、均一で薄いプリブレグの必要性が増大してきた。

【0004】 均一で薄いプリブレグは薄肉成形体を得るためだけでなく、一方向引揃え補強繊維強化樹脂の異方性の特徴を生かした多彩な設計を可能なものとし、複合材料の使用用途をさらに拡大するものと考えられる。

【0005】 このような均一で薄いプリブレグの要求が高まるなか、その原料となる炭素繊維束を開織する技術が必要になってきた。

【0006】 プリブレグの製造において、炭素繊維束の開織する技術が必要な理由のひとつとしてコストダウンがある。均一でしかも薄いプリブレグを作るためには通常、単糸径の細い炭素繊維束あるいはフィラメント数の少ない炭素繊維束を一方向に引揃えて薄いプリブレグシートを作るのが一般的である。太い炭素繊維束またはフィラメント数の多いものを使用して開織することで、これまでと同じ厚みの薄いプリブレグを得ようとする技術である。一般に、細い炭素繊維束あるいはフィラメント数の少ない炭素繊維束は高価であるため、できる限り太い炭素繊維束、フィラメント数の多い炭素繊維束を開織し、薄い炭素繊維束シートを作り、プリブレグ化する方法が有利である。

【0007】 このように炭素繊維束のプリブレグ製造技術の中でも原料の炭素繊維束をいかに効率よく開織するかという技術は重要となっている。従来、炭素繊維束を開織する方法としては、

①炭素繊維束を 2.5 m/分以下で供給し、軸方向に振動させた丸棒、または回転ロールを通過させる方法（特開昭 56-43435 号公報）、

②炭素繊維束を 1 m/分（実施例）で供給し、回転軸方

向に振動させ、かつ炭素繊維束に張力振動させるロールを通過させる方法（特開平2-36236号公報）、

③30°～90°に配置されている数本の丸棒、または回転ロールを通過させる方法（特公平3-31823号公報）、

④超音波で軸方向に振動している丸棒を接触させる方法（特開平1-282362号公報）、

⑤炭素繊維束のサイジング剤を加熱し、減量または除去する方法（特公平3-25540号公報）、

⑥50～200℃に加熱した丸棒を接触させる方法（特開平3-146735号公報）、

⑦水流を利用する方法（特開昭52-151362号公報）、
がある。

【0008】前記した、①炭素繊維束を2.5m/分以下で供給し、軸方向に振動させた丸棒を通過させる方法では、5～30m/分と速い速度で炭素繊維束を通過させると、丸棒に擦過され、毛羽が発生するという問題がある。また、回転ローラを配置した場合、炭素繊維束の供給速度が速いと、通常の方法では開繊幅が小さく、目的の効果が得られないという問題がある。

【0009】また、②炭素繊維束を1m/分で供給し、回転軸方向に振動させ、かつ炭素繊維束に張力振動させる回転ロールを通過させる方法では、5～30m/分と速い速度で炭素繊維束を通過させると、上記①よりも張力振動させることから、さらに擦過されやすくなり、さらに毛羽が発生するという問題がある。

【0010】また、③30°～90°に配置されている丸棒を接触させる方法は、5～30m/分と速い速度で炭素繊維束を接触させると、擦過により、毛羽が発生するという問題がある。また、回転ロールを使用すると、開繊効果が少なくなるので、非常に多くの回転ロールが必要となり、スペースの問題が発生する。

【0011】また、④超音波で軸方向に振動している丸棒を接触させる方法では、5～30m/分の速度で炭素繊維束を接触させると、開繊幅が少なく効果が少なくなる。また、超音波で振動しているため、丸棒で擦過され、毛羽が発生するという問題がある。

【0012】また、⑤炭素繊維束のサイジング剤を加熱し、減量または除去する方法では、炭素繊維束から発生するサイジング剤の処理設備が高価になる。特に炭素繊維束の供給速度を5～30m/分と速くすると、加熱ゾーンを長くとる必要があり、さらに設備費が高価になる。

【0013】また、⑥50～200℃に加熱した丸棒を接触させる方法では、直接丸棒を加熱しており、炭素繊維束を長時間供給していると、サイジング剤が丸棒に粘着し、毛羽が発生するという問題がある。

【0014】また、⑦水流を使用する方法では、サイジング剤を含んだ水を廃棄する場合、廃水処理の問題があ

り、設備費が高価になる。さらに乾燥のための設備、エネルギーが必要で経済的にも好ましくない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたもので、簡便でしかも高速に炭素繊維束の開繊を毛羽立ちなく行うことができる炭素繊維束の開繊装置および開繊方法、および、連続的に、開繊した炭素繊維束を用いてプリプレグを安定して製造するプリプレグの製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するため、以下の手段を採用する。すなわち、

(1) 10本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を、複数のローラ群上を所定角度に屈曲させながら通過させて開繊する装置において、ロールの軸方向に振動する振動フリー回転ロールと無振動フリー回転ロールとを1組とするロール組を、2～10組配列させるとともに、前記した振動フリー回転ロール径を20～50mmとし、無振動フリー回転ロール径を50～120mmとし、かつ該それぞれのロール間の、炭素繊維束がロールに接触していない距離を、10～100mmになるように設定したことを特徴とする炭素繊維束の開繊装置。

【0017】(2) 前記振動フリー回転ロールの上流側に加熱手段を設けたことを特徴とする前記(1)に記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0018】(3) 前記振動フリー回転ロールの上流側および/または下流側に表面に突起を有するフリー回転ロールを設置したことを特徴とする前記(1)または(2)に記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0019】(4) 前記表面に突起を有するフリー回転ロールの突起高さ(t)を、ロール半径(r)に対して、 $r(1/\cos(\theta/2) - 1)$ を越える高さとし、隣接する突起間とローラ軸とのなす角度(θ)を10°～50°になるように設定したことを特徴とする前記(3)に記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0020】(5) 前記振動フリー回転ロールの振幅、振動数をそれぞれ独立に変化させ、炭素繊維束の開繊幅を調整できる機構を備えたことを特徴とする前記(1)～(4)のいずれかに記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0021】(6) 前記下流側に配置された振動フリー回転ロールの振動方向と、上流側に配置された振動フリー回転ロールの振動方向とが逆向きになるように振動させる装置を備えたことを特徴とする前記(1)～(5)のいずれかに記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0022】(7) 少なくとも前記振動フリー回転ロールおよび無振動フリー回転ロールの表面粗さが3S～20Sの梨地表面であることを特徴とする前記(1)～(6)のいずれかに記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0023】(8) プリプレグ用であることを特徴とす

る前記(1)～(7)のいずれかに記載の炭素繊維束の開繊装置。

【0024】(9)10本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を開繊する方法において、前記

(1)～(6)のいずれかに記載の炭素繊維束の開繊装置を使用し、振動フリー回転ロールの振幅1～30mm、振動数200～1800回/分で振動させながら、炭素繊維束を5～30m/分の速度で開繊させることを特徴とする炭素繊維束の開繊方法。

【0025】(10)前記(9)に記載の炭素繊維束開繊方法において、炭素繊維束を予め50℃～180℃に加温させて開繊させることを特徴とする炭素繊維束の開繊方法。

【0026】(11)前記(9)または(10)に記載の炭素繊維束開繊方法を用いて、ブリブレグを製造することを特徴とするブリブレグの製造方法。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面に示す実施例に基づいて、本発明をさらに詳細に説明する。

【0028】図1は、本発明の炭素繊維束開繊装置の一例を示す側面概略図である。

【0029】図1において、炭素繊維束Yの巻き取りパッケージ1を引き揃えフリー回転ローラ2で炭素繊維束Yを揃え、導入フリーロール3に供給する。ここでは導入フリーロール3の下部に加熱源7を設置し、炭素繊維束Yを加温し、その後振動フリー回転ロール4と無振動フリー回転ロール5を1対として、ここでは3組組合せ通過させることで炭素繊維束Yを開繊するものである。なお、6は開繊装置出フリー回転ロールである。

【0030】さらに、本発明の詳細について説明する。

【0031】本発明は、少なくとも10本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を開繊する装置において、

A. ロールの軸方向に振動する振動フリー回転ロール4と、無振動フリー回転ロール5を1対として、これらのロール対を2組～10組組み合わせた装置、と

B. 振動フリー回転ロール4の径が20～50mm、無振動フリー回転ロール5の径が50～120mmで、各ロール間4と5において、炭素繊維束Yがロールに接触していない距離が10～100mmになるように、各ロールが配置している炭素繊維束開繊装置とを備えている。

【0032】ここで、振動フリーロール4と次に設けられた無振動フリー回転ロール5の組合せ数は、2組～10組設けるものであり、さらに3組～8組設けることが好ましい。1組では5～30m/分の速度で走行している炭素繊維束の開繊効果がほとんど得られない。また、11組以上にしても開繊改善効果があまりなく、むしろロールが多くなり、設備費が高くなるので好ましくない。

【0033】振動フリー回転ロール4の径は20～50mmとするものであるが、25～45mmとすることが好ましい。ロール4の径が20mm未満では、炭素繊維束の接触角が少なくなり、振動フリー回転ロールを振動させても、開繊効果がほとんど得られない。また、ロール4の径が50mmを越えると、接触長が長くなるので、擦過されやすく、毛羽が発生するという問題が生じてくる。

【0034】また、無振動フリー回転ロール5の径は、50～120mmとするものであるが、60～100mmとすることが好ましい。無振動フリー回転ロール5で炭素繊維束を把持しながら振動フリー回転ロール4で開繊するため、接触長を長くすることが好ましく、50mm未満では炭素繊維束を把持する力が少なくなり、開繊効果が得られない、また、120mmを越えても必要とする把持力は120mm以下で十分であり必要がなく、むしろ設備費が高くなる問題がある。

【0035】各ロール間の炭素繊維束の接触していない距離は、10～100mmとするものであり、20～70mmとすることが好ましい。接触していない距離が10mm未満では振動フリー回転ローラの振動により炭素繊維束の走行が乱れるとともに、炭素繊維束間のピッチが乱れ、ブリブレグ化時、ワレの原因となる。100mmを越えると、炭素繊維束の振動する幅が少なくなり、開繊効果がほとんどなくなる。

【0036】上記炭素繊維束開繊装置において、炭素繊維束を予め加温できる加熱手段7を設置することにより、炭素繊維束に付与されているサイジング剤を軟化させた後、振動を与えることができるので、さらに開繊効果を高めることができる。

【0037】加熱手段7としては熱風を吹き付ける方法、ヒーターがあるが、炭素繊維束を効率的に加温するには近赤外、中赤外、遠赤外ヒーターが好ましい。

【0038】上記炭素繊維束開繊装置において、振動フリー回転ロール4の前に、図2に示すような、ロール軸方向に突起をもつフリー回転ロールを設置することが好ましい。該フリー回転ロールの突起の高さ(t)は、ロール半径(r)に対して、 $r(1/\cos(\theta/2) - 1)$ を越える高さとし、突起間の角度(θ)が5～50°になるようにピッチが決められているものであることが好ましい。さらに、該ロール軸方向に突起をもつフリー回転ロールを複数本を備えたものであることが好ましく、このようにすることにより、均一な薄い炭素繊維束シートを得ることができる。

【0039】通常、市販の無燃といわれている炭素繊維束でも、炭素繊維束自身に撚りが残っている。この撚りがあると炭素繊維束が左右に移動し、炭素繊維束のピッチがずれ、この炭素繊維束シートを用いてブリブレグを作成すると、ワレが発生する問題がある。このため、表面に突起があるフリー回転ロールであると、突起部で炭

素繊維束を把持することができ、撚りによる左右の移動を止めることができるため、ピッチを一定に保持でき、フレのないブリブレグを作成することができるのである。

【0040】前記した突起高さは、炭素繊維束をロール表面に接触させないように、 $r(1/\cos\theta - 1)$ を越える高さとし、突起間の角度(θ)を $5 \sim 50^\circ$ とするものであるが、 $10 \sim 40^\circ$ とすることが好ましい。 5° 未満では突起のピッチが狭すぎて撚りを止める力が弱くなり、また、 50° を越えると突起部の曲率がきつくなり、炭素繊維束の単糸切れ、および毛羽が発生しやすくなる。

【0041】上記のロール軸方向に突起のあるフリー回転ロールは、たとえば、図1に示す導入フリー回転ロール3に使用することができる。また、ロール軸方向に突起のあるフリー回転ロールは、炭素繊維束開繊装置出のロール6にも設置することができ、これによって糸道の変動がさらに抑えることができる。

【0042】上記炭素繊維束開繊装置において、振動の振幅、振動数をそれぞれ独立に変化させ、炭素繊維束の開繊幅を調整できる機構を備えることにより、炭素繊維束の種類、および炭素繊維束の走行速度に応じて最適な開繊条件を得ることができる。

【0043】また、上記炭素繊維束開繊装置において、振動フリー回転ロールの振動方向は、前に配置された振動フリー回転ロールの振動方向と逆向きになるように振動させることで炭素繊維束開繊装置全体の振動を抑えることができ、長時間開繊してもフリー回転ロールの押さえが振れなく、装置の耐久性を維持でき、メンテナンス費用を安価にできる。

【0044】さらに、上記炭素繊維束開繊装置に使用する少なくとも前記振動フリー回転ロール4および無振動フリー回転ロール5の表面粗さを $3S \sim 20S$ の梨地表面とすることが好ましく、 $6S \sim 16S$ の表面粗さとすることがさらに好ましい。表面粗さが $3S$ 未満になると炭素繊維束のロール表面への接触面積が多くなり、サイジング剤がロール表面に転写し、汚れて炭素繊維束の単糸が巻き付き糸切れするために好ましくない。 $20S$ を越えるとロール表面の凹凸で炭素繊維束が傷つきやすくなり、毛羽が発生する原因となるので好ましくない。なお、振動フリー回転ロール4および無振動フリー回転ロール5以外の導入フリー回転ロール3および開繊装置出フリー回転ロール6の表面粗さも前記した梨地表面とすることが好ましい。

【0045】また、振動フリー回転ロール4と無振動フリー回転ロール5の組合せ数が多くなると、炭素繊維束を通しにくくなってくるので、どちらか一方のロールのみ昇降できるようにすることで簡便に炭素繊維束を通すことができる。

【0046】本発明の炭素繊維開繊方法は、前記した炭

素繊維の開繊装置を用いて行うものであり、少なくとも10本以上のお互いに平行に引き揃えられた炭素繊維束を $5 \sim 30$ m/分で走行させ、開繊する方法において、前記炭素繊維開繊装置を使用し、振動フリー回転ロールの振幅を $1 \sim 30$ mm、振動数を $200 \sim 1800$ 回/分とし、好ましくは振幅を $3 \sim 25$ mm、振動数 $300 \sim 1200$ 回/分とし、さらに好ましくは振幅 $5 \sim 20$ mm、振動数 $300 \sim 1000$ 回/分の条件で連続的に開繊するのがよい。

【0047】振幅が1mm未満で、振動数が 200 回/分未満では、 $5 \sim 30$ m/分の速度で炭素繊維束を走行させても開繊効果が得られにくくなり、振幅が 30 mmを越え、振動数 1800 回/分を越えると振動により炭素繊維束が擦過され、毛羽が発生しやすくなるので好ましくない。

【0048】上記炭素繊維開繊方法において、振動フリー回転ロールに導入する前に炭素繊維束を $50^\circ\text{C} \sim 180^\circ\text{C}$ に、好ましくは $70 \sim 140^\circ\text{C}$ に加温し、炭素繊維束に付与されているサイジング剤を軟化させた後、振動させることにより、さらに開繊効果を高めることができる。ここで、加温する温度が 50°C 未満ではサイジング剤が軟化不足となり、開繊効果が少なくなる。また、 180°C を越えるとサイジング剤が軟化しすぎてべたべたとなり、摩擦係数が高くなり、振動フリー回転ロールで毛羽が発生する。

【0049】本発明において用いられる炭素繊維束としてはポリアクリロニトリル系やピッチ系などのフィラメント数 $3000 \sim 100000$ 本の炭素繊維束を用いることができる。特に、フィラメント数が $12000 \sim 100000$ 本の炭素繊維束に適用することで通常の方法では得ることが難しい均一な薄い炭素繊維束シートが得られ、有効である。本発明においては、これら炭素繊維束が10本(束)以上のものを対象とする。

【0050】また、本発明のブリブレグ製造において用いられるマトリックス樹脂としては、通常エポキシ樹脂が用いられる。エポキシ樹脂としては、例えばビスフェノールA型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、ウレタン変性エポキシ樹脂、ブロム化ビスフェノールA型エポキシ樹脂などを使用することができる。これらのエポキシ樹脂は、単独または2種類以上を併用して使用することができ、さらには液状のものから固体状のものまで使用することができる。通常、エポキシ樹脂には硬化剤が加えられて用いられることが多い。以下、実施例に基づいて本発明をさらに説明する。

【0051】

【実施例】

【実施例1】図1に示す装置を使用し、加熱手段7として遠赤外ヒーターを使用し、振動フリー回転ロール4の

径を30mm、無振動フリー回転ロール5の径を90mmとし、10Sの梨地表面のロールを、ロール3、4、5、6に使用し、炭素繊維束のロールが接触しない距離を60mmになるようにロール4と5とを8組セットし、ロール半径15mm、突起間の角度45°、突起高さ1.5mmのロール軸方向に突起のあるフリー回転ロール3を設置し、炭素繊維束開織装置を準備した。この装置を使用し、炭素繊維束、東レ(株)製トレカ(登録商標)T700SC-12K(フィラメント数12000本)を40本使用し、張力300g/本、6m/分で走行させ、100℃に加温したのち、振幅13mm、振動数300回/分の条件で振動させた。その結果、炭素繊維束の開織度は3であった。また、長時間炭素繊維束を走行させても毛羽はほとんど発生しなかった。

【0052】ここで、開織度は下記式で算出した。

【0053】開織度＝炭素繊維束開織装置出フリー回転ロール上の炭素繊維束の糸幅/巻取りパッケージ上の炭素繊維束の糸幅

また、エピコート828およびエピコート1001(ビスフェノールAグリシジルエーテル(エポキシ当量189):油化シェル・エポキシ(株)製)100重量部とジシアンジアミド5重量部および3(3、4-ジクロロフェニル)-1、1-ジメチル尿素5重量部とを均一に混合し、一液硬化エポキシ樹脂組成物を得た。この一液硬化エポキシ樹脂組成物を離型シートを使用して、樹脂フィルムを作成する。その樹脂フィルムを用い、前記した炭素繊維開織装置で得られた均一で薄い炭素繊維束シートとを合わせてホットローラ間に通して含浸させ、繊維含有率70重量%、繊維目付50g/m²のプリプレグを作成した。その結果、ワレもなく、均一なプリプレグが得られた。

【0054】【実施例2】炭素繊維束の走行速度25m/分、振幅25mm、振動数1400回/分にした以外は、実施例1と同様にして炭素繊維束を開織した。開織度は2.4であった。また、長時間炭素繊維束を走行させても毛羽はほとんど発生しなかった。さらに、プリプレグの製造においても、ワレもなく、品位良好なプリプレグが得られた。

【0055】【比較例1】振動フリー回転ロール径を100mmにした以外は、実施例1と同様にして炭素繊維束を開織したが、開織度は1.2で開織効果が少なくな

り、この炭素繊維束シートを用いて繊維含有率70重量%、繊維目付50g/m²のプリプレグを作成するとワレが連続して発生し、プリプレグが得られなかった。

【0056】【比較例2】無振動フリー回転ロール径を30mmにした以外は、実施例1と同様にして炭素繊維束を開織したが、開織度は1.3で開織効果が少なくなり、この炭素繊維束シートを用いて繊維含有率70重量%、繊維目付50g/m²のプリプレグを作成するとワレが連続して発生し、プリプレグが得られなかった。

【0057】【比較例3】振動フリー回転ロールと無振動フリー回転ロール間の炭素繊維束が接触していない距離を150mmにした以外は、実施例1と同様にして炭素繊維束を開織したが、開織度は1.2で開織効果が少なくなった。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0059】本発明の炭素繊維束開織装置、開織方法で開織することにより、炭素繊維束自身に燃りが残っている場合でも、安定にかつ、毛羽の発生がほとんどなく開織ができ、均一な薄い炭素繊維シートが得られる。

【0060】また、本発明のプリプレグ製造方法とすることにより、ワレのない品位良好なプリプレグが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る炭素繊維束開織装置の一例を示す側面概略図である。

【図2】本発明に適用されるロール軸方向に突起のあるフリー回転ロールの一例を示す断面概略図である。

【符号の説明】

Y: 炭素繊維束

1: 炭素繊維束の巻取りパッケージ

2: 引き揃えフリー回転ロール

3: 導入フリー回転ロール

4: 振動フリー回転ロール

5: 無振動フリー回転ロール

6: 開織装置出フリー回転ロール

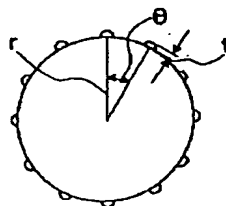
7: 加熱手段

r: ロール軸方向に突起のあるフリー回転ロールの半径

θ: 突起間の角度

t: 突起高さ

【図2】



【図1】

